3-04581 US

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:	103 11 241.3
Anmeldetag:	14. März 2003
Anmelder/Inhaber:	ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE
Bezeichnung:	Verfahren und Einrichtung für die Spurführung eines Fahrzeugs
IPC:	G 05 D, G 08 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schmidt C.

A 9161
06/00
EDV-L

EV332460324

R. 304581

10.03.03 xx/xx

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Verfahren und Einrichtung für die Spurführung eines Fahrzeugs

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung Für die Spurführung eines Fahrzeugs nach den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche 1 und 10.

Aus DE 101 14 470 A1 ist eine Spurhalte- und Fahrgeschwindigkeitsregeleinrichtung für Kraftfahrzeuge bekannt, bei der anhand einer videobasierten Spurerkennung der Verlauf der Fahrspur sowie die Position eines Fahrzeugs relativ zu der von ihm befahrenen Fahrspur bestimmt werden. Von dem Verlauf der Fahrspur und der Position des Fahrzeugs abgeleitete Signale werden einer Warneinrichtung zugeführt, die beispielsweise ein akustisches Warnsignal zur Warnung des Fahrers vor einem drohenden, unerwünschten Spurwechsel ausgibt. Eine derartige videobasierte Spurerkennung liefert

insbesondere bei stark gekrümmten Straßen häufig unbefriedigende Ergebnisse bei der Erkennung des Straßenverlaufs. Viel zu häufig geht das mit Fehlwarnungen der Warneinrichtung einher, die den Fahrer vor einem vermeintlich stattfindenden Spurwechsel warnt. Sobald der Fahrer diese unbegründeten Fehlwarnungen wahrnimmt, neigt er dazu, die Warnungen zu missachten und setzt sich über diese hinweg. Im Ergebnis leidet die Akzeptanz dieses Assistenzsystems, das dem Fahrer eigentlich die Fahrt erleichtern sollte. Ursache für häufige Fehlwarnungen können Straßen sein, die für ein derartiges Assistenzsystem nicht ausgelegt sind und es daher überfordern. Häufige Spurerkennungsfehler sind beispielsweise bei Straßen zu erwarten, die Krümmungsradien unter etwa 100 m aufweisen. Diese Situation ist häufig auf Innenstadtstraßen, sowie bei den Ein- und Ausfahrten von Schnellstraßen und Autobahnen anzutreffen. Gerade in Innenstädten werden weiterhin Fahrspurbegrenzungen von Fahrern nicht beachtet, sondern sogar vorsätzlich übertreten, wenn es beispielsweise gilt, einen möglichst großen Seitenabstand zu am Straßenrand auftauchenden Hindernissen oder zu unsicher fahrenden Verkehrsteilnehmern, wie beispielsweise Zweiradfahrern, einzuhalten. Bei derartigen Situationen ist die Ausgabe eines vor Spurwechsel warnenden Warnsignals eher unerwünscht, da es den Fahrer stört und ihn von dem Verkehrsgeschehen ablenkt.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass ein an und für sich sinnvolles Unterstützungssystem für den Fahrer, im vorliegenden Fall ein Warnsystem, das als Bestandteil eines Spurführungssystems, den Fahrer vor Verlassen einer Fahrspur warnt, bei besonderen Situationen seine angestammte Funktion nicht zweckentsprechend zu erfüllen vermag und daher eher

als störend empfunden wird. Durch eine sorgfältige Analyse des Verlaufs einer befahrenen Strasse wird festgestellt, ob diese Strasse sich überhaupt für eine automatische Spurerkennung und in diesem Zusammenhang für die Wirksamschaltung einer Warneinrichtung bei Verlassen einer Fahrspur eignet. Ist das nicht der Fall, wird die Warneinrichtung wenigstens zeitweise ausgeschaltet. Dadurch werden Fehlalarme unterdrückt, und der Fahrer wird nicht unnötig belästigt. Die Warneinrichtung wird erst dann wieder aktiviert, wenn festgestellt wird, dass ein für die automatische Spurführung geeigneter Straßenverlauf vorliegt. Insgesamt führt das bei dem Fahrer zu einem größeren Vertrauen in die Warneinrichtung. In einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die erfindungsgemäße Lösung lediglich mit Hilfe der schon im Fahrzeug vorhandenen Mittel zur Spurführung realisiert. In weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung werden zusätzlich Informationen von satellitengestützten Navigationssystemen oder Videosystemen herangezogen. Bei einer vorteilhaften weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die für die Abschaltung der Warneinrichtung vorhandenen Mittel und Informationen für die automatische Aktivierung von weiteren Komfortfunktionen des Fahrzeugs ausgenutzt. So kann beispielsweise ein Geschwindigkeitsregler automatisch auf die im Stadtverkehr vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit gesetzt werden.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen Figur 1 ein Blockschaltbild einer Einrichtung für die Spurführung eines Fahrzeugs, Figur 2 die schematische Darstellung einer Verkehrssituation, Figur 3 in einem Diagramm die Darstellung einer Bahnkurve

eines Fahrzeugs und Figur 4 in einem Diagramm den Vergleich unterschiedlicher Bahnkurven eines Fahrzeugs.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt Figur 1 zunächst ein Blockschaltbild einer Einrichtung für die Spurführung eines Fahrzeugs 10. Die in dem Fahrzeug 10 angeordnete Einrichtung umfasst eine Spurführungseinrichtung 32, die mit einer Rundumsichteinrichtung, wie insbesondere einer Videoeinrichtung 34, einem Navigationssystem 31 und einer Warneinrichtung 33 verbunden ist. Das Navigationssystem ist mit einer Antenne 31a ausgestattet, über die es Signale der Satelliten des GPS-Systems empfängt. Die Videoeinrichtung 34, die auch noch durch eine hier nicht dargestellte Radareinrichtung unterstützt werden kann, nimmt Bilder aus der Umgebung des Fahrzeugs 10 auf. Insbesondere erfasst die Videoeinrichtung auch Fahrbahnmarkierungen oder andere Fahrbahnbegrenzungen und leitet entsprechende Signale der Spurführungseinrichtung 32 zu, die diese zur Spurführung des Fahrzeugs 10 nutzt. Um die Spurführung zu ermöglichen kann die Spurführungseinrichtung in die Lenkung des Fahrzeugs 10 eingreifen. Vor der Warneinrichtung 33 ist ein Schaltmittel 32a angeordnet, das durch die Spurführungseinrichtung 32 betätigbar ist. Durch dieses schaltmittel 32a kann die Warneinrichtung 33 aus- und eingeschaltet werden.

In Figur 2 ist eine Verkehrssituation schematisch dargestellt. In einem von einer X-Achse und einer Y-Achse aufgespannten Koordinatensystem liegen eine Straße 1 und eine von dieser rechtwinklig abzweigenden Straße 2. Beide Straßen 1 und 2 verfügen jeweils über mehrere Fahrspuren 1a,

1b,.. bzw. 2a, 2b. Auf den zuvor erwähnten Straßen 1, 2 bewegt sich ein Fahrzeug 10. Zunächst bewegt sich das Fahrzeug 10 auf einer inneren Fahrspur 1a der Straße 1, wechselt dann in die Fahrspur 1b der Straße 1 und biegt schließlich in die Straße 2 ab. Zu bestimmten Zeitpunkten t befindet sich das Fahrzeug 10 an bestimmten Positionen, die durch ihre Ortkoordinaten x, y definiert sind. Beispielsweise befindet sich das Fahrzeug 10 zum Zeitpunkt t1 an der durch die Ortkoordinaten x1, y1 definierten Position. Im Zeitpunkt t2 hat das Fahrzeug die durch die Ortkoordinaten x2, y2 gekennzeichnete Position erreicht, usw. Die zwischen den einzelnen Positionen des Fahrzeugs 10 liegenden Strecken s1, s2,....bilden, wie in Figur 3 dargestellt eine Bahnkurve T1, die sich in Richtung der Y-Achse gesehen über eine Länge L erstreckt. Die über einen bordeigenen Datenbus, insbesondere den CAN-Bus von einer Vielzahl von Sensoren bereitgestellten Daten, wie insbesondere die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Gierwinkelrate und der Lenkwinkel charakterisieren den aktuellen Bewegungszustand des Fahrzeugs 10. Durch zeitliche Integration der Daten über einen vorgegebenen Messzeitraum erhält man die jeweilige Positionsänderung des Fahrzeugs 10. Ein zweckmäßiges Zeitintervall beträgt beispielsweise 40ms. Die über mehrere Messzeiträume erfassten Positionsänderungen des Fahrzeugs 10 werden, wie zuvor beschrieben, zu einer Bahnkurve T1 verkettet.

Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel werden zweckmäßig jeweils etwa die letzten 90 m der Bahnkurve T1 betrachtet. Also beispielsweise die Strecke s1, die zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 zurückgelegt worden ist. Für die auf diese Weise aufgezeichnete Bahnkurve T1 wird, gemäß der Darstellung in Figur 4, deren räumliche Ausdehnung bestimmt, indem die Seitenlängen eines die Bahnkurve T1 umschließenden Rechtecks berechnet werden. In dem in Figur 4 dargestellten Diagramm hat dieses Rechteck die Länge L und

die Breite B. Von Interesse ist insbesondere die Breite B des Rechtecks, da diese Hinweise über die Streckenführung der von dem Fahrzeug 10 befahrenen Straße 1, 2 liefert. Zur Bestimmung des Rechtecks wird zunächst eine durch Stützpunkte der Bahnkurve definierte Regressionsgerade bestimmt. Die Richtung dieser Gerade bestimmt die Hauptstreurichtung der Stützpunktmenge. Die Breite des Rechtecks ergibt sich aus dem minimalen und dem maximalen Wert der vorzeichenbehafteten senkrechten Abstände von Stützpunkten zu der Regressionsgeraden.

Die so ermittelte Breite B des Rechtecks wird mit einem vorgegebenen Schwellwert B1 verglichen. Anhand dieses Vergleichs wird dann bestimmt, ob die Bahnkurve T einer Straße entspricht, die den festgelegten Minimalanforderungen hinsichtlich der Straßengeometrie genügt. Zur Bestimmung eines zweckmäßigen Schwellwerts B1 dient dabei als Referenz eine zweispurige Straße mit einem minimalen Kurvenradius R von rund 100m, auf der auch noch ein Spurwechsel durchgeführt werden darf. Eine Fahrt auf einer derartigen Straße mit einem zugelassenen Spurwechsel führt zu einer als Referenz angezogenen Bahnkurve T1 , deren Breite sich als Summe der Breite des Kreisbogens bei einer Kreisbogenlänge L von rund 90m und einem Radius R von 100m, sowie einer Fahrspurbreite von 4m ergibt. Von dem Fahrzeug 10 dann tatsächlich gefahrene Bahnkurven T2 werden dann als Hinweis auf eine den Minimalerfordernissen für die Spurerkennung nicht mehr entsprechende Straßenführung gewertet, wenn die Breite B2 der tatsächlich gefahrenen Bahnkurve T2 diejenige der als Referenz vorgesehenen Bahnkurve T1 übertrifft. Wird der vorstehend definierte Schwellwert B1 für eine noch zulässige Breite der Bahnkurve durch die tatsächlich gefahrene Bahnkurve T2 übertroffen, so führt dies zu einer Abschaltung oder Stummschaltung der Warneinrichtung 33 durch Betätigung des Schaltmittels 32a.Um die Vorteile einer aktiven Warneinrichtung 33 möglichst bald wieder nutzen zu können, wird ein zweckmäßiges Kriterium für

die Widereinschaltung oder Aktivierung der Warneinrichtung 33 vorgesehen. So wird vorzugsweise die Warneinrichtung 33 wieder aktiv geschaltet, wenn das Fahrzeug 10 mindestens eine Strecke s1, s2, von 1 km zurückgelegt hat und dabei eine Bahnkurve T1, T3 gefahren ist, deren Breite B unterhalb des festgelegten Schwellwertes B1 geblieben ist. Alternativ dazu kann auch das Wiedererreichen eines Mindestwerts der Geschwindigkeit festgelegt werden. So kann beispielsweise die Warneinrichtung 33 wieder aktiv geschaltet werden, sobald die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 10 die Grenze von 80 km/h übertrifft. Beide Kriterien sind als Hinweis dafür geeignet, dass sich das Fahrzeug 10 wieder auf einem Straßenbereich bewegt, der eine automatische Spurführung möglich macht. Unter diesen Umständen ist es dann auch sinnvoll, die Warneinrichtung 33 wieder zu aktivieren. Anstelle einer vergleichsweise einfachen Klassifikation der Bahnkurven T1,T2,T3 mittels eines die Bahnkurven umschließenden Rechtecks können in einer vorteilhaften weiteren Ausgestaltung der Erfindung parametrisierte Kurven höherer Ordnung an die Bahnkurven angepasst werden. Beispielsweise könnten dafür Parabeln oder Teilbereiche von Klothoiden verwendet werden, um daraus genauere Aussagen über den befahrenen Straßentyp sowie von dem Fahrzeug 10 durchgeführte Fahrmanöver zu erhalten.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann zusätzlich auch ein Navigationssystem eingesetzt werden. Die über das GPS-System bestimmte Fahrzeugposition wird durch einen Abgleich mit einer digitalen Straßenkarte daraufhin überprüft, ob die Position innerhalb eines Stadtgebiets liegt, in dem die Warneinrichtung zweckmäßig abgeschaltet wird.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung werden mit Kameras Bilder der Fahrzeugumgebung aufgenommen. Wenn die Auswertung der Videosignale, beispielsweise durch dichte Bebauung oder Ortseingangsschilder, Hinweise darauf liefert,

dass das Fahrzeug in ein Stadtgebiet eingefahren ist, wird die Warneinrichtung 33 abgeschaltet.

In vorteilhaften weiteren Ausgestaltungen der Erfindung können gleichzeitig mit dem Abschalten der Warneinrichtung 33 zusätzliche Komfort- und Sicherheitsfunktionen eingeschaltet werden, die die Führung eines Fahrzeugs 10 im innerstädtischen Bereich erleichtern. So kann beispielsweise der Geschwindigkeitsregler so eingestellt werden, dass die innerorts vorgesehene Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h nicht überschritten wird. Weiterhin können ein System zur Erkennung von Fußgängern, Mittel zur Erkennung von Fußgängerüberwegen, oder auch ein System zur Vermessung von Parklücken eingeschaltet werden. Sollte bei dem Fahrzeug 10 zuvor das Fernlicht eingeschaltet gewesen sein, wird zweckmäßig auf Abblendlicht umgeschaltet. Auch können zur Klassifikation von Fahrspuren 1a, 1b, 2a, 2b jetzt zusätzlich auch noch auf der Fahrbahn aufgebrachte Markierungen herangezogen werden.

10.03.03 xx/xx

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

1. Verfahren für die Spurführung eines Fahrzeugs (10), das Mittel zur Spurerkennung aufweist, die eine Warneinrichtung (33) zur Warnung des Fahrers bei Nichteinhaltung einer Fahrspur (1a,1b, 2a,2b) umfassen, dadurch gekennzeichnet, dass bei Befahren von für die Spurführung ungeeigneten Straßen (1,2), insbesondere innerörtlichen Straßen, die Warneinrichtung (33) ausgeschaltet und bei erneutem Erreichen von für die Spurführung geeigneten Straßen (1,2) wieder eingeschaltet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Warneinrichtung (33) wieder eingeschaltet wird, wenn das Fahrzeug (10) nach einem zuvor erfolgten Ausschalten der Warneinrichtung (33) eine vorgebbare Mindestgeschwindigkeit überschreitet.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Warneinrichtung (33) bei

Erreichen einer Mindestgeschwindigkeit von ca. 60 km/h wieder eingeschaltet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die von dem Fahrzeug (10) in einer bestimmten Distanz zurückgelegte Bahnkurve (T1,T2,T3) ermittelt wird, dass die Breite (B, B1,B2) der Bahnkurve ermittelt und mit einem vorgebbaren Grenzwert oder Schwellwert (B1) für die Breite (B) verglichen wird, und dass bei Überschreiten des für die Breite (B) der Bahnkurve (T1,T2,T3) festgelegten Grenzwerts (B1) die Warneinrichtung (33) ausgeschaltet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung der Bahnkurve (T1,T2,T3) des Fahrzeugs (10) Positionsänderungen des Fahrzeugs (10) in vorgebbaren Zeitpunkten (t1,t2,t3,t4,t5) ermittelt und die zwischen den ermittelten Positionen liegenden Fahrtstrecken (s1,s2,s3,s4) zu einer Bahnkurve (T1,T2,T3) des Fahrzeugs (10) verkettet werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsänderungen des Fahrzeugs (10) im Abstand von einigen 10 ms, insbesondere im Abstand von 40 ms ermittelt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausschalten der Warneinrichtung (33) zusätzliche Komfort- und/ oder Sicherheitsfunktionen des Fahrzeugs (10) eingeschaltet werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausschalten der

Warneinrichtung (33) eine in dem Fahrzeug (10) vorhandene Einrichtung zur Regelung der Fahrzeuggeschwindigkeit auf eine vorgebbare Sollgeschwindigkeit eingestellt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausschalten der Warneinrichtung (33) die Lichtanlage des Fahrzeugs (10) auf Abblendlicht geschaltet wird.

10. Einrichtung für die Spurführung eines Fahrzeugs (10), das Mittel zur Spurführung aufweist, die eine Warneinrichtung (33) zur Warnung des Fahrers bei Nichteinhaltung der Fahrspur (1a,1b, 2a,2b) umfassen, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung Schaltmittel (32a) umfasst, die bei Befahren von für die Spurführung ungeeigneten Straßen (1,2), insbesondere innerörtlichen Straßen, die Warneinrichtung (33) ausschalten und bei erneutem Erreichen von für die Spurführung geeigneten Straßen (1,2) die Warneinrichtung wieder einschalten.

R. 304581

10.03.03 xx/xx

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Verfahren und Einrichtung für die Spurführung eines Fahrzeugs

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung 31,32,32a,33,34 für die Spurführung eines Fahrzeugs 10. Eine Warneinrichtung 33, die bei Nichteinhaltung einer Fahrspur ein Warnsignal abgibt, kann bei Befahren einer für die Spurführung ungeeigneten Straße, insbesondere einer innerörtlichen Straße, durch ein Schaltmittel 32a ausgeschaltet und bei erneutem Erreichen einer für die Spurführung geeigneten Straße wieder eingeschaltet werden.

(Figur 1)

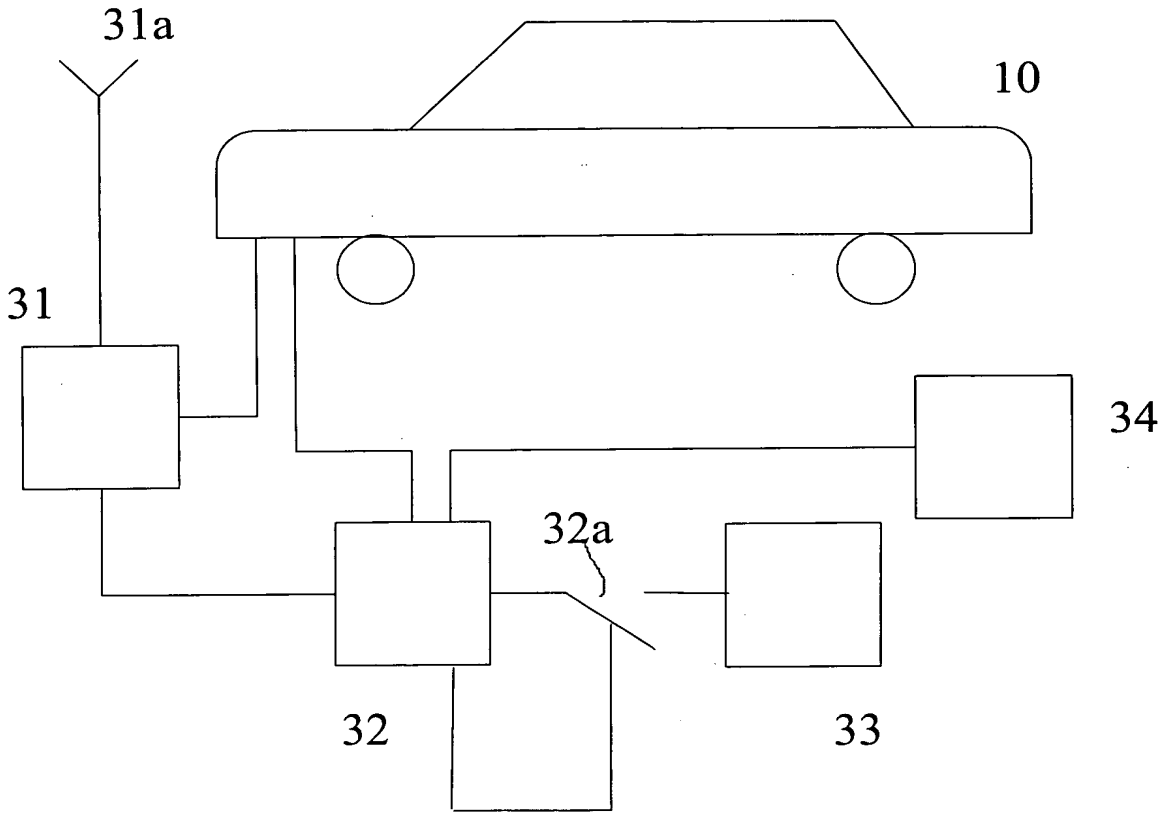


Fig.1

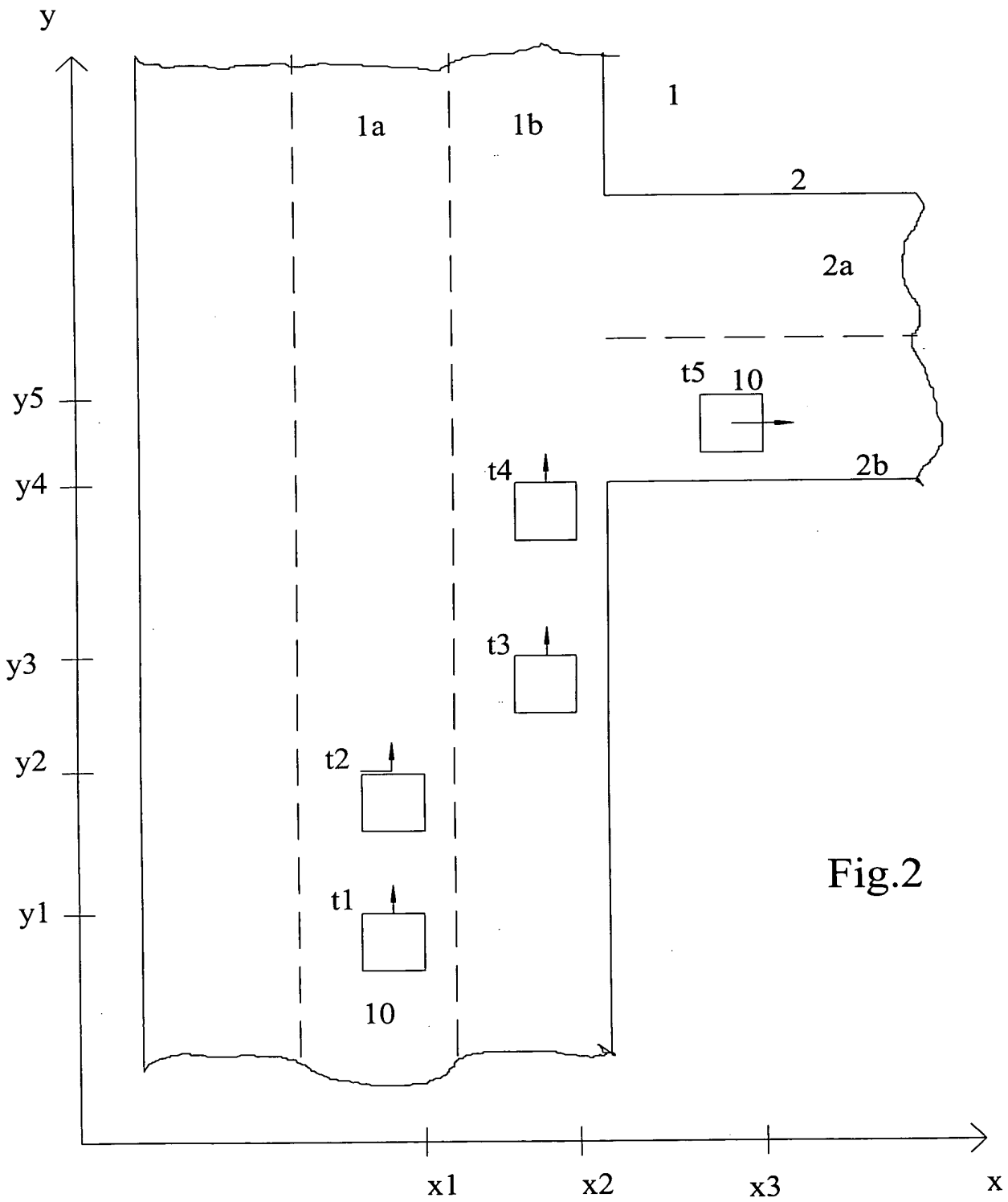


Fig.2

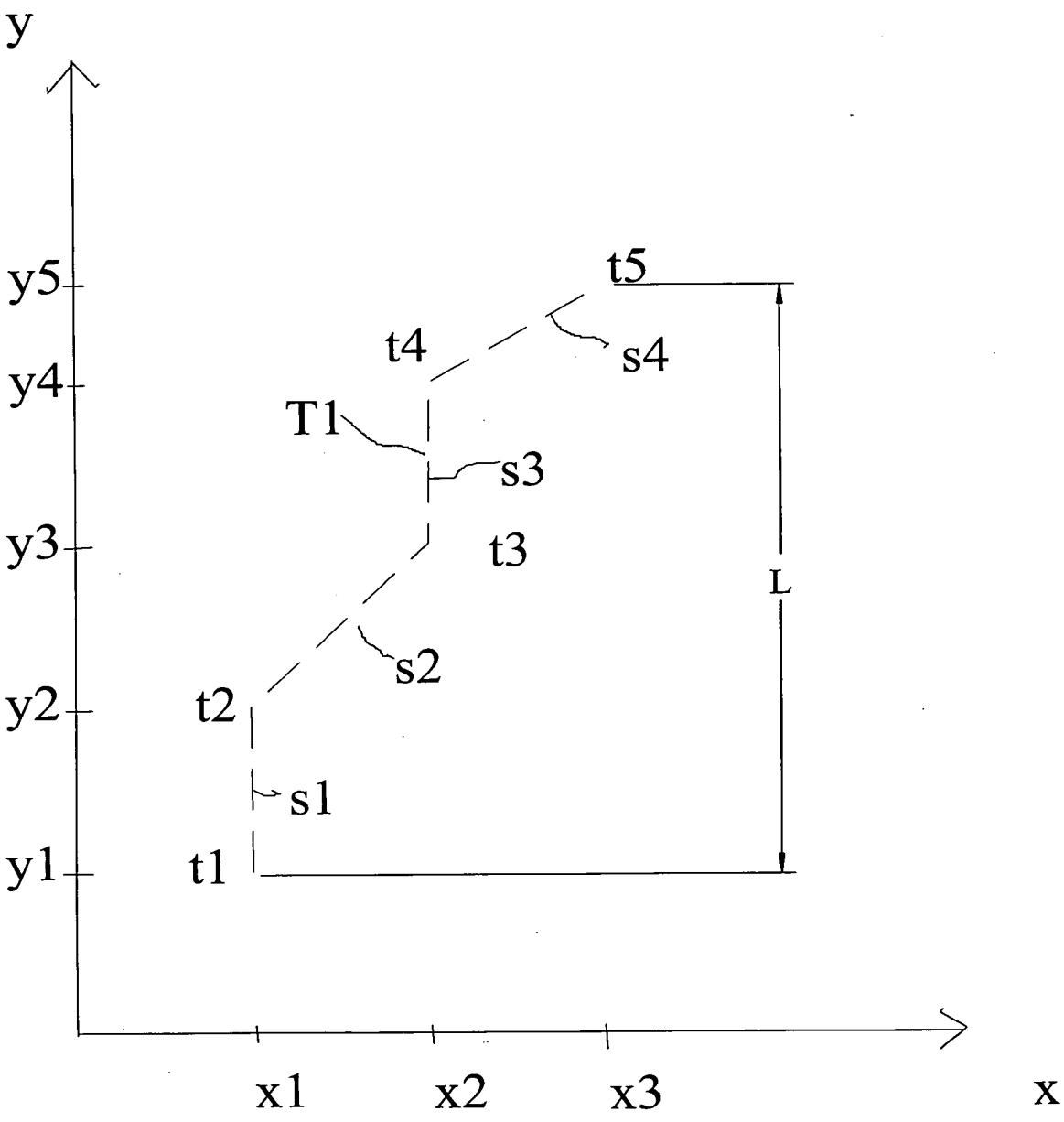


Fig.3

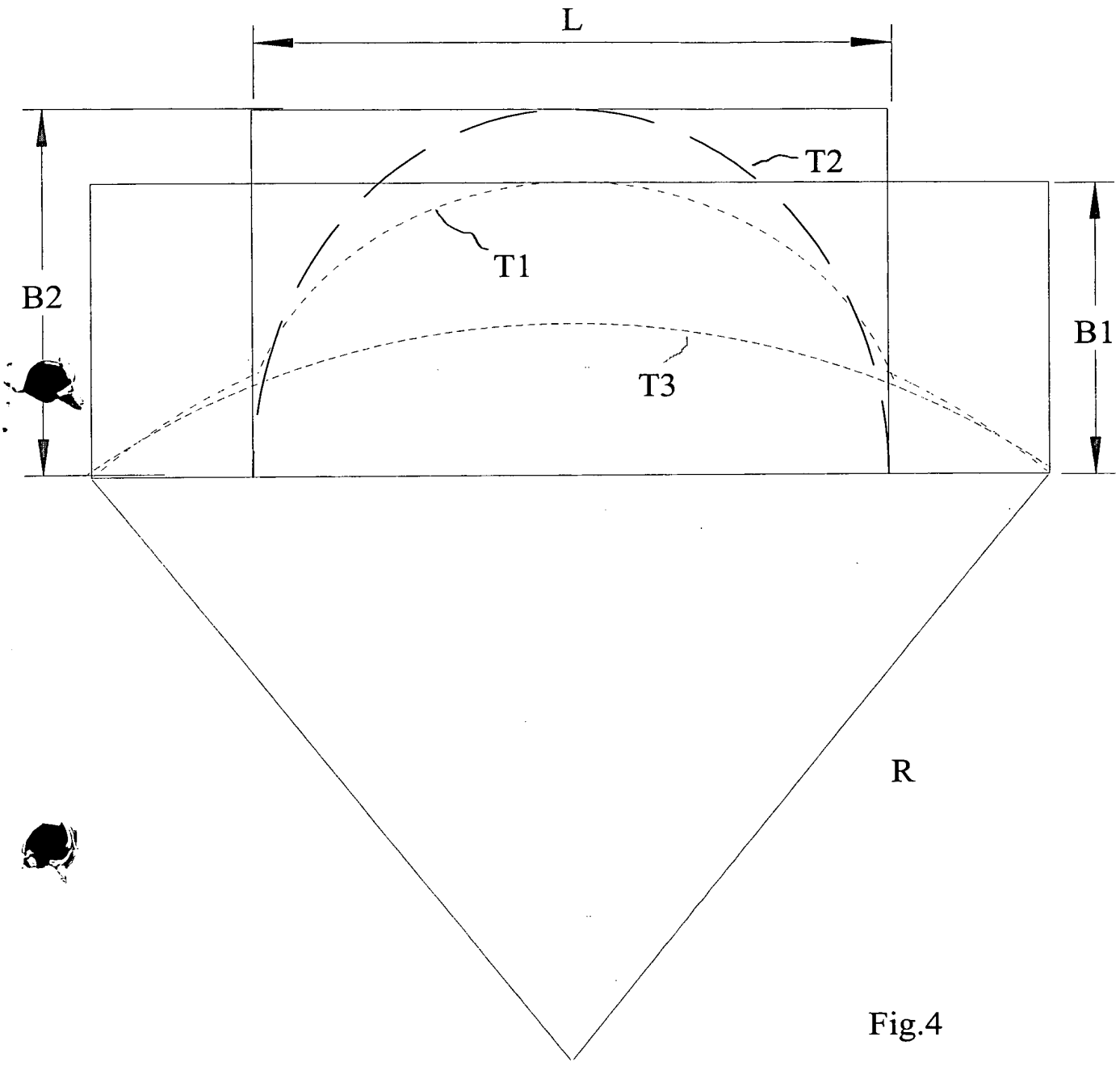


Fig.4